

ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ „ИНФОРМСВЯЗЬ"

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КАНАЛООБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАРАТУРЫ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ТЕЛЕФОНИЯ
ТЕЛЕГРАФИЯ
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

МОСКВА 1978

УДК 621.394.42;
621.394.44

В обзоре дается анализ современного состояния и основных направлений развития каналообразующей аппаратуры для телеграфии и низкоскоростной передачи данных, используемой на магистральных и зоновых сетях. Рассмотрены основные зарубежные и отечественные достижения в области создания как систем с частотным разделением, так и систем с временным разделением каналов. Отмечены схемные и конструктивные особенности различных типов аппаратуры. Дана оценка перспективности различных направлений совершенствования аппаратуры.

В обзоре использованы материалы, опубликованные за период 1971 - 1977 гг.

Составители: зам. начальника лаборатории Вакуленко Н.И., начальник лаборатории Короп Б.В., начальник отдела, канд. техн. наук Ярославский Л.И. (КОНИИС).

ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ „ИНФОРМСВЯЗЬ"

ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ТЕЛЕФОНИЯ ТЕЛЕГРАФИЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

1978

ИЗДАЕТСЯ С 1969 ГОДА

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КАНАЛООБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой развития телеграфии и передачи данных в последнее десятилетие является их взаимное сближение. И у нас в стране,и в большинстве стран за рубежом признано целесообразным создавать единые сети общего пользования для телеграфии и передачи данных, на которых как для низко- и среднескоростной передачи данных, так и для телеграфии используется одно и то же коммутационное и каналообразующее оборудование. В связи с этим сети каналов передачи дискретной информации во всех странах быстро растут.

При этом возникает проблема более эффективного использования каналов ТЧ, а также обеспечения требуемого прироста дискретных каналов без расширения штатов обслуживающего персонала и без увеличения производственных площадей и мощностей электропитающих установок. Удовлетворительное решение этих проблем немыслимо без совершенствования каналообразующей аппаратуры, поэтому ведущие зарубежные фирмы создают новые типы через каждые 5 - 7 лет.

Особенно интенсивное совершенствование каналообразующей аппаратуры наблюдается с начала 70-х годов. Между тем, последний из опубликованных по каналообразующей аппаратуре обзоров [1] содержит сведения по аппаратуре, выпущенной только в период с 1965 по 1970 гг.

Основная цель настоящего обзора - проанализировать новые тенденции, появившиеся при создании каналообразующей аппаратуры для телеграфии и низкоскоростной передачи данных на магистральных и зоновых связях в последнее десятилетие и показать основные направления развития этой аппаратуры в ближайшем будущем.

I. СФЕРЫ И МАСШТАБЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАНАЛООБРАЗУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

В настоящее время в большинстве высокоразвитых стран телеграфный обмен на сетях общего пользования перестал расти и наблюдается тенденция к его сокращению. Однако потребность в каналообразующей аппаратуре для передачи дискретных сигналов со скоростями до 300 Бод продолжает расти.

Объясняется это возникновением новых сфер применения этой аппаратуры, из которых наиболее близкой к традиционным телеграфным службам является служба телекс (абонентское телеграфирование). В большинстве стран она развивается весьма быстрыми темпами. Например, во Франции с 1966 по 1975 г. число абонентов сети телекс увеличилось в 5 раз (с 10 тыс. до 50 тыс.), а число ежегодно поступающих заявок на подключение к этой сети - в 8 раз [7]. Во всем мире число абонентских установок за этот период увеличилось примерно в 3,5 раза (с 240 тыс. до 820 тыс.) [9]. Особенно быстрыми темпами развивается международный обмен. Планируемое развитие морских мобильных служб также будет способствовать росту этих сетей [10]. Передача по сетям телекс осуществляется международным кодом № 2 со скоростью 50 Бод.

Другой новой и быстро развивающейся сферой применения каналообразующей аппаратуры для передачи дискретных сигналов является передача данных (ПД). В настоящее время в большинстве стран, за исключением США, число оконечных установок в сетях ПД пока меньше, чем число абонентов сетей телекс.

Например, во Франции число оконечных установок ПД на 1973 г. составляло примерно 10 тыс., а абонентов телекс, по данным на 1975 г., было около 50 тыс. В ФРГ на 1975 г. установок ПД было около 20 тыс., а абонентов сети телекс - 105 тыс. [11].

Но по оценкам, проведенным различными организациями, число этих установок в 17 странах Западной Европы приблизится к 1 млн. уже в 1985 г. [12], при этом большая часть установок будет работать со скоростями, не превышающими 300 Бод.

Поэтому в большинстве европейских стран принято решение объединить сети ПД с сетями телекс, гентекс (сеть типа прямых соединений) и создать единую сеть для телеграфии и ПД на базе однотипного коммутационного и каналообразующего оборудования [13, 14, 15]. Такие объединенные сети и будут составлять основную сферу применения телеграфной каналообразующей аппаратуры.

Другими сферами применения этой аппаратуры являются различные выделенные сети ПД и телеграфии, а также некоторые системы телеуправления.

Быстрое развитие всех сфер применения каналообразующей аппаратуры способствует росту спроса на эту аппаратуру.

В настоящее время за рубежом производством этой аппаратуры занимается большое число фирм и предприятий. Наиболее известными из них являются: в ФРГ - Siemens и AEG-Telefunken, в Голландии - Philips, в Швеции - Standart Radio and Telefon AB (филиал ITT), во Франции - C.I.T. Alcatel и SAT, в Италии - Telettra и F.A.T.M.E. (филиал "Эриксон"), в Англии - Rocal-milgo, в США - Coherent и Databit, в ГДР - RFT, в Югославии - Iskra, в Польше - Teletra, в Венгрии - Budavox. Производство каналообразующей аппаратуры налажено также в Японии. Многие фирмы достигли значительных объемов продажи каналообразующего оборудования. Так, например, фирма Siemens за три года (1971 - 1973 гг.) продала аппаратуры WT-1000 более чем на 70 тыс. каналов [16].

В нашей стране также наблюдается постоянный рост потребности в каналообразующей аппаратуре для телеграфии и ПД. Достаточно отметить, что за десять лет (с 1965 по 1975 г.) число каналов на телеграфной сети возросло примерно в 4 раза [2], в связи с дальнейшим развитием ЕАСС и созданием ОГСПД ожидается еще более значительный прирост числа каналов для телеграфии и ПД.

2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАНАЛООБРАЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

До конца 60-х годов на телеграфных сетях в качестве каналообразующей применялась, в основном, аппаратура с частотным разделением каналов (ЧРК) и частотной модуляцией (ЧМ) в них. Параметры этой аппаратуры стандартизированы рекомендациями МККТТ (R35, R37, R38A и др.).

В течение более чем 20 лет эта аппаратура не претерпела сколько-нибудь существенных изменений. Улучшение отдельных качественных показателей аппаратуры происходило,в основном, за счет совершенствования элементной базы. Начало же 70-х годов ознаменовалось приме-

нением новых принципов в построении основных узлов традиционной аппаратуры тонального телеграфирования (ТТ) с ЧМ и появлением нового типа каналообразующей аппаратуры - многоканальной аппаратуры для телеграфии и ПД, основанной на принципе временного разделения каналов (ВРК).

В настоящее время происходит как совершенствование аппаратуры с ЧРК, так и дальнейшее развитие аппаратуры с ВРК. Области предпочтительного использования каждого из этих типов аппаратуры окончательно еще не определились.

2.I. Каналообразующая аппаратура с частотным разделением каналов

Среди новых систем ТТ с ЧРК есть системы, мало отличающиеся от систем предыдущего поколения, и системы, содержащие много принципиально новых решений.

Совершенствование этих систем по сравнению с системами предыдущего поколения направлено, в первую очередь, на улучшение таких показателей, как число каналов на стандартной стойке и потребляемая электроэнергия, а также на создание предпосылок для уменьшения эксплуатационных расходов.

Параметры этих систем соответствуют рекомендациям МККТТ, а в системах, в которых использованы новые принципиальные решения, достигнуто значительное улучшение некоторых параметров. Благодаря этому создана возможность сокращения затрат на обслуживание аппаратуры.

Из аппаратуры ТТ, построенной по старым принципам, следует отметить аппаратуру TgFm-120 польского предприятия Telkom-Teletra [I7] и аппаратуру GH-122 шведской фирмы Standart Radio and Telefon AB (филиал ITT) [I8].Основные узлы блоков каналов аппаратуры - частотномодулированные генераторы (ЧМГ), частотные детекторы (ЧД) и полосовые фильтры (ПФ) - выполнены с применением LC-элементов.

Аппаратура TgFm-120 и GH-122 построена по индивидуальному принципу без применения группообразования.

Уменьшение габаритов блоков каналов по сравнению с предшествующей аппаратурой достигнуто, в основном, за счет применения более совершенных малогабаритных LC-элементов и более компактного расположения элементов на платах.

В GH-122 уменьшению габаритов способствовало применение во многих узлах (усилитель-ограничитель, фильтр нижних частот, пороговое устройство) интегральных микросхем.

Благодаря этому удалось также повысить стабильность фильтра нижних частот и порогового устройства и уменьшить вызываемые их не-

стабильностью искажения преобладания. Для устранения преобладаний, вызываемых уходом частоты в канале ТЧ, в GH-122 применяется корректор частоты.

Конструктивно GH-122 выполнена в виде стойки, причем имеются два варианта стоечного исполнения аппаратуры, отличающиеся местом расположения разделительных гнезд телеграфных цепей.

В первом варианте разделительные гнезда находятся непосредственно на блоках каналов. При этом на стойке с габаритами 2743 х х 600 х 225 мм размещается до I92 каналов ТТ. Во втором варианте эти гнезда вынесены на центральное коммутационное поле, и на той же стойке размещается до I44 каналов ТТ, но значительно повышается удобство обслуживания аппаратуры.

Блок канала в GH-122 монтируется на одной печатной плате. Печатные платы по три штуки помещаются в специальные кассеты с общей лицевой панелью. Кассеты вставляются в каркас ряда, в каждом ряду по четыре кассеты. Расположение блоков в металлических кассетах, являющихся тепловым экраном, улучшает тепловой режим стойки.

Подключение внешних кабелей к стойке GH-122 осуществляется при помощи разъемов. Внешние кабели подводятся непосредственно к соответствующим рядам по специальным вертикальным отсекам, расположенным у боковых стенок стойки.

В GH-122 большое внимание уделено повышению удобства эксплуатации. Для этого в состав измерительного оборудования, помимо обычных стрелочных приборов, включен цифровой частотомер и цифровой измеритель искажений. Ряд с измерительным оборудованием располагается в центре стойки. Он может поставляться также отдельно в самостоятельном корпусе.

Первой аппаратурой, в которой основные узлы были построены по новым принципам, была аппаратура TG-70 французской компании C.I.T. Alcatel [I9]. При разработке этой аппаратуры основное внимание было уделено уменьшению эксплуатационных расходов путем ограничения операций по контролю, устранению регулировок и настроек при производстве аппаратуры, созданию простых схем и модульному построению узлов.

В аппаратуре TG-70 использовано индивидуальное и групповое преобразование частот. В качестве исходных каналов выбраны II2, 206 и 403 каналы ТТ с частотами I740 ± 30, I680 ± 60 и I560 ± I20 Гц, что позволило получить высокую стабильность и минимум элементов в канале ТТ. Преобразование сигналов на передаче показано на рис. I, где

F''_o – средние частоты выходных сигналов ЧМГ;

F'_o – средние частоты выходных сигналов после ступени индивидуального преобразования;

F_o – средние частоты линейного сигнала.

На приеме происходит обратное преобразование.

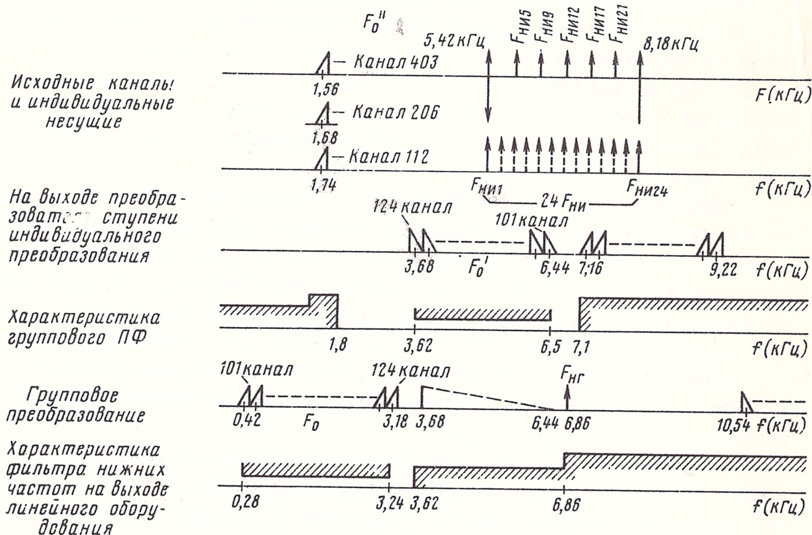
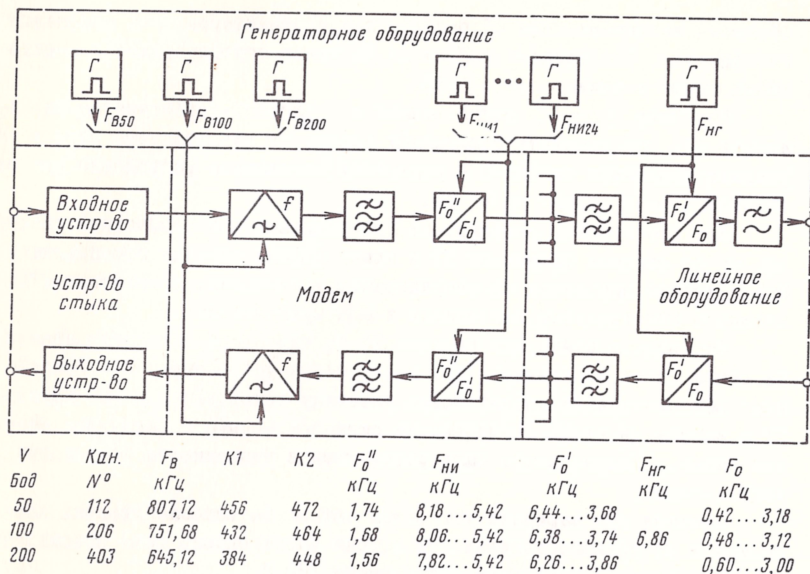


Рис. I. Преобразование сигналов на передаче в аппаратуре TG-70, Франция

Структурная схема аппаратуры приведена на рис. 2. Источники частот, являющиеся общими для всей стойки, вырабатывают групповую несущую частоту $F_{нг}$, индивидуальные несущие частоты $F_{ниI}$ ... $F_{ни24}$, задающую частоту $F_{в50}$ для 50-бодных каналов, задающую частоту $F_{вI00}$ для I00-бодных каналов и задающую частоту $F_{в200}$ для 200-бодных каналов. Каждая из частот получается от отдельного кварцевого генератора, расположенного в блоках частот. Затем эти частоты распределяются на пять групп для питания пяти групп модемов. В каждой группе может быть до 24 модемов.

Модем осуществляет модуляцию, демодуляцию, фильтрацию и преобразование сигналов. Все модемы для одинаковой скорости передачи идентичны и только их положение в ряду модемов определяет используемую несущую частоту $F_{ни}$, а следовательно, и номер канала ТТ. Схемы модемов на различные скорости передачи отличаются только номиналами отдельных элементов.



V Бод	Кан. №°	$F_В$ кГц	К1	К2	F_0'' кГц	$F_{НИ}$ кГц	F_0' кГц	$F_{НГ}$ кГц	F_0 кГц
50	112	807,12	456	472	1,74	8,18...5,42	6,44...3,68		0,42...3,18
100	206	751,68	432	464	1,68	8,06...5,42	6,38...3,74	6,86	0,48...3,12
200	403	645,12	384	448	1,56	7,82...5,42	6,26...3,86		0,60...3,00

Рис. 2. Структурная схема аппаратуры TG-70, Франция

ЧМГ модема представляет собой делитель частоты с управляемым коэффициентом деления. Этот коэффициент изменяется под воздействием приходящего телеграфного сигнала, принимая одно из двух фиксированных значений (КI или К2), и таким образом осуществляется преобразование задающей частоты $F_В$ в ЧМ колебание (см. таблицу на рис. 2). Собственные искажения ЧМГ не превышают 0,5%.

Сформированные ЧМ колебания через полосовой фильтр передачи поступают на преобразователь частоты и далее направляются к линейному блоку. В качестве преобразователя частоты на передаче и приеме используется полевой транзистор, а развязка преобразователей, работающих параллельно, осуществлена резисторами.

Фильтры передачи и приема выполнены на LC-элементах. Приемный фильтр рассчитан таким образом, чтобы искажения от соседних каналов и характеристические искажения не превышали I% с учетом сдвига характеристик фильтров.

Усилитель-ограничитель, следующий за ПФ приема, имеет динамический диапазон от +IO до +26 дБ по отношению к номинальному уровню приема.

В частотном демодуляторе использован цифровой способ обработки, с помощью которого частота приходящего с усилителя-ограничителя прямоугольного колебания сравнивается с задающей частотой $F_В$. Таким

образом, характеристика ЧД оказывается стабилизированной кварцевым генератором. Собственные искажения ЧД из-за стробирования и квантования имеют величину около 0,5%.

Детектор уровня, подключенный к усилителю-ограничителю параллельно ЧД, обеспечивает блокировку выходного электронного реле и управляет аварийным сигналом в групповом сигнальном устройстве при занижении уровня приема на 21 дБ.

Для обеспечения регулировки преобладаний при совместной работе TG-70 со старыми системами ТТ в блоке модема имеется потенциометр. Плата модема выполнена на операционных усилителях, логических ТТЛ схемах в интегральном исполнении и МОП транзисторах.

Устройства стыка для каналов ТТ выполнены на отдельных платах. На одной плате расположены два независимых устройства. Эти устройства обеспечивают гальваническую развязку телеграфных цепей канала ТТ и кабеля, а также согласование сигналов модема с сигналами местных цепей, которые могут быть различными в зависимости от условий эксплуатации.

Имеются два варианта устройств стыка: на оптоэлектронных элементах и на трансформаторах. На выходе электронного реле использованы транзисторы с пробивным напряжением 180 В.

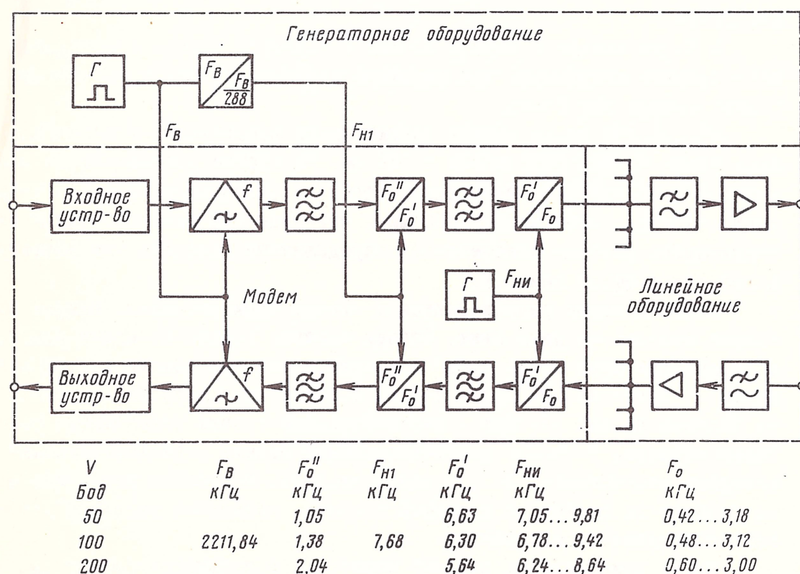
Линейное оборудование каждой системы из-за наличия группового преобразования является довольно сложным и выполнено на двух платах. На одной плате размещается линейное оборудование передачи, на другой - линейное оборудование приема.

Конструктивно аппаратура выполнена в виде стойки 2600 х 600 х х 225 мм. В верхней части стойки располагается ряд с устройствами питания и ряд с распределителями частот. Далее следуют четыре ряда с блоками модемов. В каждом ряду размещаются 12 блоков. Высота ряда модемов 135 мм, габариты платы 120 х 180 мм. В центральной части стойки монтируются платы источников частот, эксплуатационная панель (измерительные приборы, переговорно-вызывное устройство, устройства сигнализации) и блоки устройств стыка. На лицевых панелях этих блоков имеются разделительные гнезда телеграфных цепей. Нижние шесть рядов стойки заполнены модемами. Подключение всех внешних цепей к стойке, а также подключение блоков и рядов блоков к стоечному монтажу осуществляется при помощи разъемов.

Ниже приведены несколько типов аппаратуры ТТ, в которых применена кварцевая стабилизация: аппаратура типа TG-48 итальянской фирмы Telettra [20], аппаратура типа 29TR3002 голландской фирмы Philips [21] и аппаратура типа WT1000D западногерманской фирмы Siemens [22].

Структурная схема аппаратуры TG-48 приведена на рис. 3.

В модемах аппаратуры применено две ступени индивидуального преобразования. Модемы всех каналов на одну скорость передачи совершенно идентичны за исключением одного сменного элемента - кварцевого генератора для источника несущей второй ступени преобразования. Групповое генераторное оборудование аппаратуры вырабатывает всего две частоты: стабилизирующую частоту F_B для ЧМГ и ЧД модемов и несущую частоту для первой ступени преобразования всех модемов F_{HI}. ЧМГ модемов выполнены в виде делителей частоты с переменным коэффициентом деления. Средние частоты F_0'' выходных сигналов ЧМГ расположены в средней части полосы канала ТЧ (см. таблицу на рис. 3). Выходной сигнал ЧМГ поступает на первый ПФ передачи, который является активным RC-фильтром. Расположение полосы фильтра в сравнительно низкочастотной области позволяет получить приемлемую величину абсолютной нестабильности его характеристики.



V Бод	F_B кГц	F_0'' кГц	F_{H1} кГц	F_0' кГц	$F_{HИ}$ кГц	F_0 кГц
50		1,05		6,63	7,05...9,81	0,42...3,18
100	2211,84	1,38	7,68	6,30	6,78...9,42	0,48...3,12
200		2,04		5,64	6,24...8,64	0,60...3,00

Рис. 3. Структурная схема аппаратуры TG-48 ,Италия

После первой ступени преобразования, которое во всех модемах осуществляется на единой несущей частоте 7,68 кГц, сигнал поступает на второй ПФ передачи. Этот пассивный LC-фильтр выделяет нижнюю боковую полосу выходного сигнала преобразователя и осуществляет допол-

нительное ограничение спектра ЧМ сигнала. Расположение средних частот вторых полосовых фильтров F_o' в надтональном спектре позволяет выполнить их на малогабаритных катушках и конденсаторах.

При помощи второго преобразования частоты, которое в каждом модеме осуществляется на своей индивидуальной несущей $F_{НИ}$, выходной сигнал каждого модема системы переносится в определенный участок тонального спектра. Выделение нижней боковой полосы после второго преобразования происходит в линейном оборудовании с помощью общего для всех модемов системы фильтра нижних частот.

Формирование индивидуальных несущих частот $F_{НИ}$ для второго преобразования модема осуществляется от отдельного кварцевого генератора, настроенного для каждого канала на свою частоту. Путем смены кварцевого резонатора можно легко изменять номер канала по линейному спектру.

На приеме преобразование частот сигналов имеет обратный порядок. Принятый ЧМ сигнал детектируется ЧД, построенным на элементах цифровой техники.

В блоке канала и других блоках аппаратуры широко применяются интегральные микросхемы как широкого применения, так и специально разработанные для TG-48.

Аппаратура TG-48 имеет оригинальную конструкцию и выполнена в виде узкой стойки 2600 х I20 х 225 мм. На стойке располагается оборудование 48 каналов; пять таких стоек, составленных боковыми сторонами вплотную, имеют ширину 600 мм и содержат 240 каналов. Такое конструктивное решение обеспечивает определенные удобства при развитии цехов телеграфных каналов.

Блоки каналов располагаются в стойке горизонтально. Каждый блок канала состоит из двух плат. Разъем имеется только на одной плате, а соединение плат между собой осуществляется при помощи гибких перемычек. В блоке канала кроме модема содержатся и устройства стыка. На лицевой панели находятся разделительные гнезда телеграфных цепей. Таким образом, в TG-48 централизованная панель с разделительными гнездами отсутствует. Это, с одной стороны, позволило увеличить число каналов на стойке, а с другой стороны, несколько ухудшило удобство эксплуатации аппаратуры.

Много оригинальных решений имеется и в аппаратуре 29TR3002. Эта аппаратура выполнена с применением индивидуального преобразования (рис. 4). Индивидуальные несущие частоты $F_{НИ}$ формируются в блоках каналов с помощью кварцевых генераторов и делителей частоты. В качестве исходного для каждой скорости передачи используется канал, расположенный в надтональном спектре, причем средняя частота I00-бодного канала в 2 раза ($2F_o''$), а 200-бодного - в 4 раза выше ($4F_o''$), чем частота 50-бодного (F_o''). Соответствующим образом смещены и индивидуальные несущие частоты $F_{НИ}$.

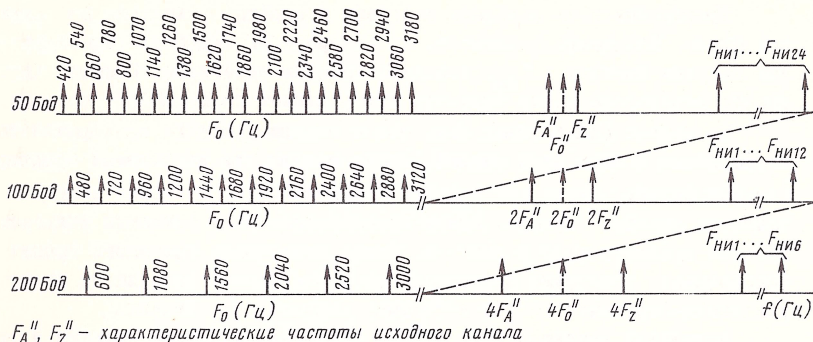


Рис. 4. Расположение исходных индивидуальных несущих и линейных частот в аппаратуре 29TR3002, Голландия

Структурная схема аппаратуры приведена на рис. 5.

В качестве групповой стабилизирующей частоты F_B служит получаемая от кварцевого генератора частота 3088,8 кГц. Эта частота используется во всех каналах как для формирования ЧМ сигналов, так и для стабилизации характеристик ЧД. Формирование ЧМ сигнала осуществляется при помощи делителя с переменным коэффициентом деления. Для фильтрации ЧМ сигнала на передаче и приеме имеются LC-фильтры. Расположение их средних частот в надтональном спектре позволяет выполнить эти фильтры на малогабаритных катушках и конденсаторах. Поскольку отношение девиации к средней частоте фильтров для каналов на различные скорости передачи одинаково, то и характеристики фильтров для различных скоростей идентичны. Это позволило получить одинаковую величину изохронных искажений для всех типов каналов.

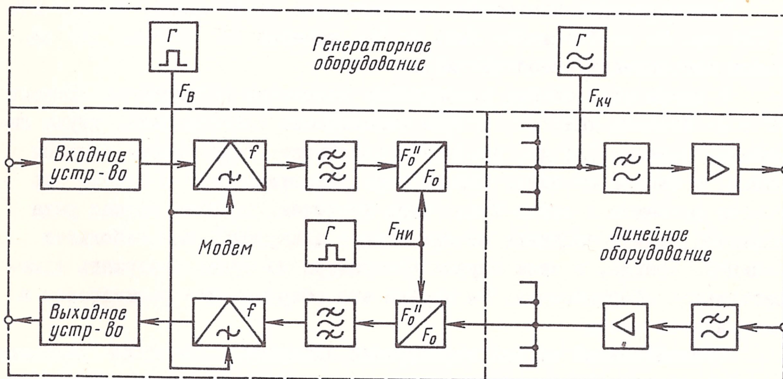


Рис. 5. Структурная схема аппаратуры 29TR3002, Голландия

Преобразователи передачи и приема в каналах выполнены по балансной схеме. Кварцевый резонатор, от которого формируется индивидуальная несущая частота $F_{ни}$, является сменным элементом. Заменой кварцевого резонатора можно изменить номер канала по линейному спектру.

На приеме фильтр, следующий после индивидуального преобразователя, выполнен в виде двух секций. Первая секция, так называемый предварительный фильтр, имеет две катушки индуктивности, а вторая секция - основной фильтр - четыре. Между предварительным и основным фильтром включен промежуточный усилитель. Такое построение приемного тракта обеспечивает получение достаточно высокого уровня сигнала на входе усилителя-ограничителя при небольших напряжениях питания.

Частотный детектор выполнен на элементах цифровой техники и его характеристика стабилизируется частотой 3088,8 кГц. В детекторе уровня, подключенном параллельно ЧД к выходу усилителя-ограничителя, в качестве исполнительного устройства используется малогабаритное электромеханическое реле. По требованию заказчика между фильтром нижних частот и пороговым устройством в состав каждого канала может быть введена схема автоматической компенсации преобладаний (АКП). Это может понадобиться, если аппаратура 29TR3002 работает со старой аппаратурой ТТ, не имеющей датчика контрольной частоты.

При совместной работе друг с другом двух систем 29TR3002 предпочтительнее использовать включенный в систему группового устройства АКП, работающий от контрольной частоты $F_{кч}$ (300 или 3300 Гц).

В аппаратуре широко применяются интегральные микросхемы. ЧМГ, ЧД и генератор индивидуальной несущей в каналах выполнены в виде специально разработанных монолитных микросхем.

Весь блок канала состоит из одной печатной платы. Разделительные гнезда телеграфных цепей размещаются на лицевой панели блока.

Конструктивно аппаратура представляет собой стойку 2600 х 600 х х 225 мм. На стойке может быть до 250 каналов (с учетом 10 каналов компенсации преобладаний).

В одном ряду стойки размещается полностью законченная система ТТ с 24 блоками каналов, блоков компенсации преобладаний, двумя линейными блоками (по два комплекта линейного оборудования в одном блоке) и блоком питания. Каркас ряда подсоединяется к стойке при помощи разъемов и легко может быть извлечен. Снабдив каркас ряда обшивкой, можно получить малоканальную аппаратуру для небольших станций. Правда, в этом случае аппаратура не будет содержать измерительного оборудования. На стойке это оборудование размещается в центральной части.

Отличительной чертой конструкции аппаратуры 29TR3002 является то, что ряды стойки снабжены специальными вентиляционными отсеками. Приток свежего воздуха обеспечивается через отверстия лицевой панели нижнего отсека, а выход нагретого воздуха - через отверстия лицевой панели верхнего.

Для лучшего разделения потоков холодного и нагретого воздуха отверстия нижнего вентиляционного отсека располагаются в его центральной части, а верхнего отсека - по краям. Наличие вентиляционных отсеков существенно улучшает тепловой режим блоков на стойке. Этой же цели способствует и рациональное размещение элементов с большим выделением тепла на печатных платах. Кроме того, все узлы спроектированы так, чтобы они потребляли возможно меньше электроэнергии.

Аппаратура WT1000D построена с применением индивидуального преобразования частоты в каждом канале. В качестве исходных взяты каналы со средними частотами 3900 Гц (скорость передачи 50 Бод), 3960 Гц (скорость передачи 100 Бод) и 4080 Гц (скорость передачи 200 Бод). Несущие частоты расположены через 120 Гц в диапазоне от 4320 до 7080 Гц. Аппаратура WT1000D, соответствующая рекомендациям МККТТ, может быть дополнена еще четырьмя 50-бодными, либо двумя 100-бодными, либо одним 200-бодным каналами. В этом случае ряд несущих частот продлевается до 7560 Гц. Выходы всех индивидуальных преобразователей на передаче подключаются к общему для всей системы фильтру нижних частот, расположенному в линейном блоке. Этот фильтр выделяет нижнюю боковую полосу продуктов преобразования.

Отличительная особенность аппаратуры WT1000D в том, что все несущие частоты каждой системы и стабилизирующие частоты для ЧМГ и ЧД образуются от единого кварцевого генератора, входящего в состав имеющегося в системе блока опорных частот. В этом блоке из сигнала кварцевого генератора частотой 1966,080 кГц формируются восемь последовательностей коротких импульсов, частоты следования которых кратны частоте 7680 Гц и составляют ряд: $7680 \cdot 2^0, 7680 \cdot 2^1, \ldots, 7680 \cdot 2^8$. Импульсы в этих последовательностях появляются в несовпадающие моменты времени. Все опорные частоты поступают на блоки каналов, где через перепаиваемые перемычки подаются на схемы объединения и на ЧМГ. Частота следования импульсов на выходе схемы объединения равна сумме опорных частот, поступающих на ее вход. За схемой объединения в блоке канала следует делитель частоты на 256, выходной сигнал которого и является несущей для индивидуального преобразователя частоты.

Значение несущей частоты может быть легко изменено перепайкой перемычек на входе схемы объединения. Благодаря этому любой блок канала может иметь любой номер по линейному спектру и легко обеспечивается взаимозаменяемость блоков.

Формирование ЧМ сигнала в аппаратуре WT1000D осуществляется точно так же, как и в аппаратуре ТТ-12 отечественного производства, описание которой дано ниже. Отличие состоит только в том, что в ТТ-12 коэффициент деления делителей частоты равен 128, а в WT1000D - 256. ЧД в каналах WT1000D работает по принципу сравнения длитель-

ности периода принимаемого сигнала с эталонным временным интервалом несколько меньшим, чем длительность периода верхней характеристической частоты. На выходе преобразователя модуляции этого ЧД формируются прямоугольные импульсы, длительность которых равна разности длительностей периода принимаемого сигнала и эталонного временного интервала. Постоянная составляющая этих импульсов выделяется затем фильтром нижних частот. Формирование эталонного временного интервала в ЧД осуществляется путем деления частоты сигнала, поступающего непосредственно с кварцевого генератора блока опорных частот.

Основные узлы аппаратуры WT1000D изготовлены на основе интегральных микросхем, причем помимо микросхем широкого применения используются и специально разработанные гибридные микросхемы. В частности, в виде гибридных микросхем выполнены входное устройство и усилитель-ограничитель.

Конструктивно аппаратура WT1000D представляет собой стойку высотой 2600 мм, на которой может быть размещено до семи систем ТТ, каждая из которых содержит до 24 каналов ТТ. Система на 24 канала представляет собой законченный комплект, включающий в себя помимо блоков каналов блок опорных частот, линейное оборудование и устройства питания и сигнализации. Имеется также законченный комплект на 10 каналов ТТ.

Уменьшение потребления электроэнергии в аппаратуре WT1000D достигается в значительной мере за счет применения интегральных микросхем, изготовленных по МОП технологии.

Различные мероприятия по уменьшению потребляемой электроэнергии и улучшению теплового режима характерны для всех типов новейшей аппаратуры ТТ.

При этом особое внимание уделяется тщательному проектированию устройств стыка, поскольку они потребляют значительную часть электроэнергии, подводимой к аппаратуре. Если в большинстве типов аппаратуры предшествующего поколения для защиты от короткого замыкания и встречной батареи в электронных реле использовались специальные гасящие резисторы, на которых и при нормальной работе рассеивалась значительная мощность, то в новейшей аппаратуре применяются электронные схемы защиты. В случае короткого замыкания или встречной батареи такие схемы либо запирают выходные транзисторы электронного реле, либо ограничивают в них ток. В последнем случае эти транзисторы делаются довольно мощными, и для отвода тепла в режиме встречной батареи и короткого замыкания на них крепятся небольшие радиаторы. Такое решение использовано, например, в GH-122 .

Большое внимание уделяется также повышению КПД источников питания и уменьшению их габаритов. С этой целью в устройствах питания начинают применять импульсные стабилизаторы. Радиаторы мощных транзисторов блоков питания для лучшего отвода тепла, как правило, располагают на лицевой стороне блоков.

Для всех рассмотренных типов зарубежной аппаратуры характерно разнообразие устройств стыка. Как правило, каждая система, за исключением TgFm-120, может быть снабжена устройствами стыка различных типов. Эти устройства рассчитаны на различные напряжения однополюсного и двухполюсного тока и могут быть как с гальванической развязкой, так и без нее.

Из конструктивных особенностей, общих для этих типов аппаратуры, следует отметить чрезвычайно плотное расположение элементов на печатных платах. Такие элементы, как резисторы и диоды, устанавливаются в большинстве случаев вертикально. Для обеспечения их устойчивости в таком положении используются пластмассовые подставки.

В большинстве систем подключение внешних кабелей к стойке осуществляется при помощи разъемов. Это позволяет разместить на стойке большее число каналов и упрощает монтаж аппаратуры при вводе ее в эксплуатацию. Для повышения надежности разъемных соединений во многих случаях применяют контакты с золоченными разъемами.

Несмотря на применение в аппаратуре высоконадежных комплектующих изделий, большое внимание уделяется также и повышению ремонтопригодности. Для облегчения извлечения блоков и плат они фиксируются на своих местах не при помощи винтов, а при помощи защелок или запорных линеек.

Основные показатели рассмотренных систем приведены в табл. I. Для сравнения там же приведены показатели аппаратуры GH-121 [23], разработанной в середине 60-х годов. Как видно из таблицы, новые системы, в которых применяется кварцевая стабилизация параметров и широко используются микросхемы, по своим основным показателям значительно превосходят системы ТТ предыдущего десятилетия.

В последнее время появились рекламные сообщения, свидетельствующие о том, что процесс совершенствования систем ТТ продолжается. Так, американской фирмой Coherent разработана аппаратура типа FSM-76, основные узлы которой выполнены на МОП схемах с большой степенью интеграции. В аппаратуре применена кварцевая стабилизация параметров, и многие характеристики аппаратуры превосходят рекомендации МККТТ. Аппаратура FSM-76 отличается также низкой стоимостью.

Одним из перспективных путей как снижения стоимости аппаратуры ТТ, так и дальнейшего улучшения ее параметров можно считать примене-

Т а б л и ц а I

Показатели зарубежной аппаратуры ТТ с ЧМ

№ п.п.	Показатель	Тип аппаратуры, фирма, страна, год окончания разработки						
		GH-121, SRT, Швеция, I965	GH-122, SRT, Швеция, I973	TgFm-120, Teletra, ПНР, I973	TG-70, C.I.T. Alcatel, Франция, I97I	TG-48, Telettra, Италия, I975	29TR3002, Philips, Голландия, I975	WT1000D, Siemens, ФРГ, I977
I.	Отклонение средней частоты от номинала, Гц							
	в каналах ЧМI20	2,0	2,0	2,0	0,2	0,2	0,2	0,2
	в каналах ЧМ240	3,0	3,0	3,0	0,2	0,2	0,3	0,2
	в каналах ЧМ480	4,0	4,0	4,0	0,2	0,2	0,5	0,2
2.	Отклонение разности характеристических частот от номинала, Гц							
	в каналах ЧМI20	3,0	3,0	3,0	0,I	0,I	0,I	0,I
	в каналах ЧМ240	4,0	4,0	4,0	0,I	0,I	0,I	0,I
	в каналах ЧМ480	6,0	6,0	6,0	0,I	0,I	0,I	0,I
3.	Искажения, собственные, %	5	5	5	5	4 для 50 Бод 4,5 для I00 Бод 5 для 200 Бод	2,5	5
4.	Прирост искажений при изменении температуры в рабочем диапазоне, %	Не нормирован	Не нормирован	Не нормирован	Не нормирован	3	I,5	Не нормирован

5. Прирост искажений при изменении напряжения питания в допустимых пределах, %	Не нормирован	Не нормирован	Не нормирован	Не нормирован	Не нормирован	0,5	Не нормирован
6. Способ устранения преобладаний из-за сдвига частоты в канале ТЧ	Индивидуальная АКП	Групповой корректор частоты	Ручная регулировка	Ручная регулировка	Ручная регулировка	Групповая или индивидуальная АКП	Ручная АКП
7. Количество каналов на стойке	72[I]	I44[I] (I92[I])	I20	I20	48[2]	240	I68
8. Потребляемая мощность на I канал ТТ, В·А	3,I	3,5	-	-	I,7	-	-

Примечания. I. Стойка высотой 2743 мм.
2. Стойка шириной I20 мм.

ние в этой аппаратуре цифровых методов обработки сигналов. Интересный вариант системы ТТ с цифровой обработкой сигналов предложен французскими специалистами [24]. В системе, названной TG-NUM, с целью уменьшения стоимости и объема оборудования используется один универсальный приемопередатчик для реализации многоканального пучка. Такой универсальный приемопередатчик, являясь групповым устройством обработки индивидуальных сигналов, работает в режиме с разделением времени. Все преобразования сигналов, необходимые для функционирования системы (модуляция, демодуляция, фильтрация, преобразование спектра частот и др.), выполняются в виде вычислительных операций с двоичными числами, характеризующими сигналы в соответствующих узлах.

Структура системы TG-NUM напоминает организацию структуры обычных систем ТТ с индивидуальным преобразованием с той только разницей, что в качестве исходного канала используется канал со средней частотой F''_0, равной 0. На передаче в соответствии с полярностью телеграфных посылок осуществляется формирование одной из двух частот нажатий. Спектр модулированного сигнала в каждом индивидуальном канале ограничивается ПФ передачи, а затем с помощью преобразования частоты переносится в определенный участок спектра канала ТЧ. Затем выходы всех каналов объединяются.

На приеме спектр сигнала, поступившего из канала ТЧ, преобразуется в ряд одинаковых по средней частоте спектров. После преобразования обработка сигналов всех каналов осуществляется совершенно идентично. Сначала производится фильтрация, затем демодуляция и формирование телеграфного сигнала. Благодаря тому что устройства системы работают в режиме с разделением времени, все функции индивидуальных каналов осуществляются одним групповым устройством.

Формирование ЧМ сигнала в цифровой форме основано на том, что приращение фазы колебания является линейной функцией и зависит от частоты.

Генерирование ЧМ сигнала в TG-NUM заменяется накапливанием в памяти последовательности двоичных чисел, соответствующих значениям фазы в следующие друг за другом моменты квантования телеграфных посылок. Квантование осуществляется с частотой 32 кГц. На частотах нажатий 50-бодного канала (F_1 = 30 Гц, F_2= -30 Гц) приращение фазы за один шаг составляет $\pm 0{,}3375^{\circ}$. То, что частоты нажатий имеют одинаковую абсолютную величину и отличаются только по знаку, упрощает процедуру, поскольку для изменения значения фазы достаточно прибавить или отнять одно и то же число из ранее полученного. Значения фазы ЧМ сигнала каждого канала выражаются двоичными двадцатизначными числами. Они располагаются в регистре, содержащем 25 ячеек, состояние которых считывается с частотой 8 кГц.

Числа, которые представляют собой мгновенные значения ЧМ сигнала, преобразуются затем в числа, которые характеризуют значения синуса и косинуса этих фаз. Эти оба ряда чисел поочередно обрабатываются передающим цифровым фильтром с тактовой частотой 2 х 8 кГц. На выходе фильтра обе составляющие i-го канала также характеризуются значениями синуса и косинуса.

Частотное преобразование в канале заменяется вычислением мгновенных значений сигнала, частота которого расположена в верхней боковой полосе продуктов преобразования с несущей частотой Ω_i. Поскольку групповое устройство обработки сигналов работает в режиме с разделением времени, то система вычисляет значение каждого из N модулированных сигналов пучка через период квантования Т. Каждое из N чисел посылается в накапливающий сумматор, который в течение периода последовательно прибавляет числовые значения, соответствующие значениям сигнала в каждом канале. Полученное число определяет мгновенное напряжение суммарного сигнала. Это напряжение получается в результате последующего преобразования цифра-аналог. Спектр выходного сигнала цифроаналогового преобразователя ограничивается затем аналоговым фильтром нижних частот, который устраняет амплитудные искажения квантования.

На приеме полоса сигналов, принятых из канала ТЧ, ограничивается до 4 кГц аналоговым фильтром нижних частот, а затем аналогоцифровой преобразователь с частотой квантования 8 кГц формирует двадцатизначные двоичные числа. Такая точность достаточна, чтобы определить значение сигналов в каждом из 24 каналов и гарантировать динамический диапазон в 24 дБ.

Числа, появившиеся на выходе АЦП, обрабатываются для каждого канала цифровыми блоками преобразования, фильтрации и демодуляции в раздельные моменты времени. Приемное распределительное устройство поочередно определяет состояние 24 ячеек памяти пучка каналов и таким образом восстанавливает полярность телеграфных импульсов, которые поступают затем в устройство стыка.

Система TG-NUM позволяет организовать смешанные пучки каналов со скоростями 50, I00 и 200 Бод без ограничения числа комбинаций. Изменение состава пучка каналов осуществляется путем перепайки перемычек, определяющих выбор девиации и несущей частоты.

В системе TG-NUM также легко можно осуществить выделение каналов.

Применение цифровых принципов построения системы обеспечивает следующие преимущества по сравнению с обычными системами и системами с кварцевой стабилизацией:

малые собственные искажения системы - менее 3% при номинальной скорости передачи и менее 4% при полуторной;

исключительно высокую стабильность параметров;

повышение надежности аппаратуры;

уменьшение габаритов и стоимости оборудования.

Повышение надежности, уменьшение габаритов и стоимости оборудования достигается благодаря тому, что применение группового принципа позволяет сократить число элементов, используемых в устройствах, осуществляющих основные операции по обработке сигналов. В обычной аппаратуре ТТ эти устройства - модемы - составляют примерно 60% всего оборудования. Сравнение TG-NUM с TG-70 показало, что для выполнения тех же функций, которые в TG-70 осуществляют модемы, в TG-NUM требуется вдвое меньше элементов. Поэтому TG-NUM может иметь примерно на 25 - 30% меньше стоимость и габариты, а также более высокую надежность. Если же применить специальные микросхемы с большей степенью интеграции, то эффект будет еще больше.

Дальнейшее уменьшение стоимости оборудования можно получить за счет обработки большего числа каналов одними и теми же групповыми устройствами с помощью микросхем с большим быстродействием.

2.2. Каналообразующая аппаратура с временным разделением каналов

Работы по созданию аппаратуры ВРК в настоящее время проводятся во многих странах. Заинтересованность в создании такой аппаратуры объясняется в первую очередь тем, что системы с ВРК позволяют более эффективно использовать канал связи, чем системы с ЧРК.

Предпосылкой создания аппаратуры с ВРК явилось развитие импульсно-кодовых и других цифровых систем связи, успехи в развитии цифровых интегральных микросхем и достижения в разработке высокоэффективных модемов для работы по каналам ТЧ и широкополосным трактам.

Системы с ВРК представляют собой совокупность двух устройств: мультиплексора и устройства преобразования сигналов (УПС).

Мультиплексор осуществляет объединение телеграфных сигналов, поступающих от различных источников, в единый цифровой поток на передаче и распределение этого потока к соответствующим приемникам на приеме.

УПС осуществляет передачу единого цифрового потока через определенную среду. Такой средой может быть физическая цепь, канал ТЧ или групповой тракт ВЧ систем передачи, а также каналы и тракты цифровых систем передачи.

В каналообразующей аппаратуре для телеграфии и ПД на магистраль... связях в качестве УПС в основном используются модемы, работающие по каналам ТЧ.

Мультиплексоры систем ВРК по виду образуемых ими телеграфных каналов делятся на две группы. К первой группе относятся мультиплексоры, предназначенные для образования телеграфных каналов, в которых передача может осуществляться только с одной определенной скоростью и с использованием одного определенного кода.

Наибольшее распространение среди мультиплексоров этой группы получили мультиплексоры, образующие телеграфные каналы для работы международным телеграфным кодом (МТК) № 2 со скоростью передачи 50 Бод и стартстопной синхронизацией.

Ко второй группе относятся мультиплексоры, образующие так называемые прозрачные кодонезависимые каналы, передача по которым может осуществляться с любой скоростью, не превышающей предельной, и любым кодом.

Мультиплексоры первой группы получили название кодозависимых, а второй - кодонезависимых.

Функциональная схема, поясняющая принцип работы передающей части кодозависимого мультиплексора при групповой скорости 2400 бит/с, показана на рис. 6 [25].

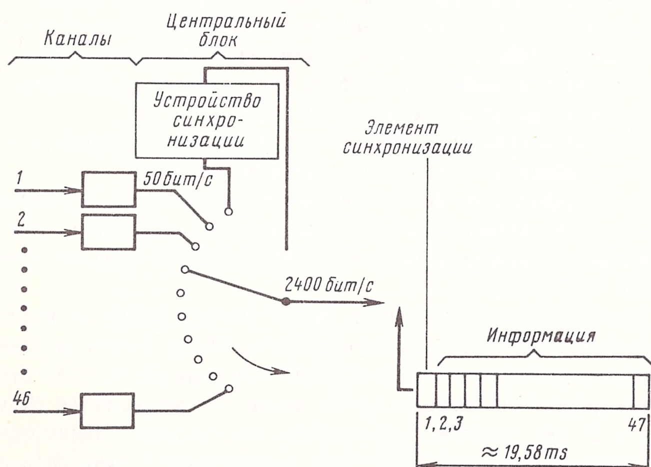


Рис. 6. Принцип работы передающей части кодозависимого мультиплексора

Поступающие от источников телеграфные сигналы в устройстве передачи каждого канала записываются в кратковременную память.

Распределитель центрального блока, скорость работы которого совпадает с групповой скоростью, осуществляет сканирование устройств передачи каждого из 46 каналов.

В двоичный групповой поток к 46 элементам, выбранным из каналов распределителем, центральный блок добавляет один элемент синхронизации. Весь цикл передачи, таким образом, состоит из 47 элементов и имеет продолжительность, несколько меньшую 20 мс, что позволяет осуществлять передачу сигналов со скоростью, отличающейся от номинальной до 2%. Для того чтобы согласовать 7,5-элементный стартстопный цикл каждого канала с циклом передачи мультиплексора, стоповая посылка, имеющая длительность I,5 элементарных посылки (30 мс), в одних циклах укорачивается до 20 мс, а в других - удлиняется до 40 мс.

В приемной части мультиплексора порядок операций обратный: вначале осуществляется разуплотнение группового потока, а затем формирование стартстопного цикла для каждого канала.

Поскольку в рассмотренном способе временного уплотнения за один цикл группового сигнала передается полярность только одного элемента кодовой комбинации каждого канала, то такое уплотнение называется уплотнением по элементам, или по битам. Возможно также уплотнение по знакам, когда за один цикл передается весь знак каждого канала. На практике предпочтение отдают уплотнению по битам, так как при уплотнении по знакам задержка передаваемых сигналов больше и приходится выделять дополнительные биты для передачи управляющих сигналов, используемых при установлении соединений.

При кодонезависимой передаче сигналов осуществляется передача сведений о моментах изменения полярности сигналов.

Чтобы определить моменты изменения полярности, необходимо производить стробирование поступающего в канал сигнала с определенным интервалом. От величины интервала стробирования зависят искажения, вносимые при передаче.

Если, например, требуется, чтобы эти искажения не превышали 5%, то стробирование необходимо производить 20 раз в течение длительности одной элементарной посылки. Если при этом результаты стробирования непосредственно передавать по линии, то потребуется скорость передачи в 20 раз большая, чем скорость поступающего телеграфного сигнала. Чтобы сделать передачу более экономичной и уменьшить полосу, требуемую для передачи группового сигнала, применяют различные методы кодирования результатов стробирования. Наиболее экономичным из всех методов кодирования является метод скользящего индекса с подтверждением (СИП), разработанный в КОНИИС и получивший широкое международное признание. Этот метод требует минимального количества бит

группового потока, приходящихся на одну элементарную посылку телеграфного сигнала, и относительно прост в реализации. Сущность метода иллюстрируется на рис. 7.

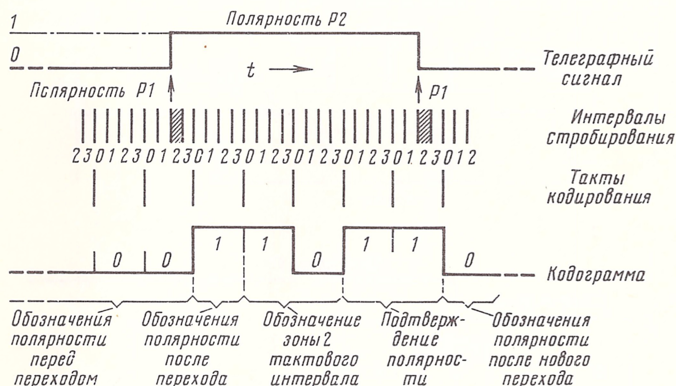


Рис. 7. Принцип стробирования и кодирования при методе скользящего индекса с подтверждением

Поступающий телеграфный сигнал стробируется с такой скоростью, которая обеспечивает получение требуемой величины искажений (например, 5%).

Интервалы стробирования являются частями тактовых интервалов, соответствующих длительности единичного элемента группового сигнала. Каждый тактовый интервал разбит на четыре интервала стробирования, или четыре зоны. Результаты стробирования преобразуются в кодограммы, длительность элементов которых равна длительности тактового интервала. Начало каждой кодограммы определяется моментом изменения полярности приходящего телеграфного сигнала. Три первых элемента кодограммы служат для обозначения направления изменения полярности и момента этого изменения. Первый элемент в кодограмме после перехода обозначает новую полярность сигнала, а второй и третий служат для кодирования зоны тактового интервала, в которой имел место переход. Например, на рис. 7 бинарное число "IO" показывает, что переход имел место в зоне 2. Начиная с четвертого элемента происходит подтверждение принимаемой полярности. Подтверждение длится до тех пор, пока не произойдет ее новое изменение. Наименьшая допустимая величина временного интервала между двумя соседними изменениями полярности равна длительности трех элементов кодирования.

Если для передачи одной элементарной посылки использовать не три, а пять элементов (два элемента подтверждающих), то можно допустить на входе канала искажения сигналов, имеющие величину до 40%.

Пример функционального построения передающей части кодонезависимого мультиплексора с децентрализованной обработкой показан на рис. 8 [25].

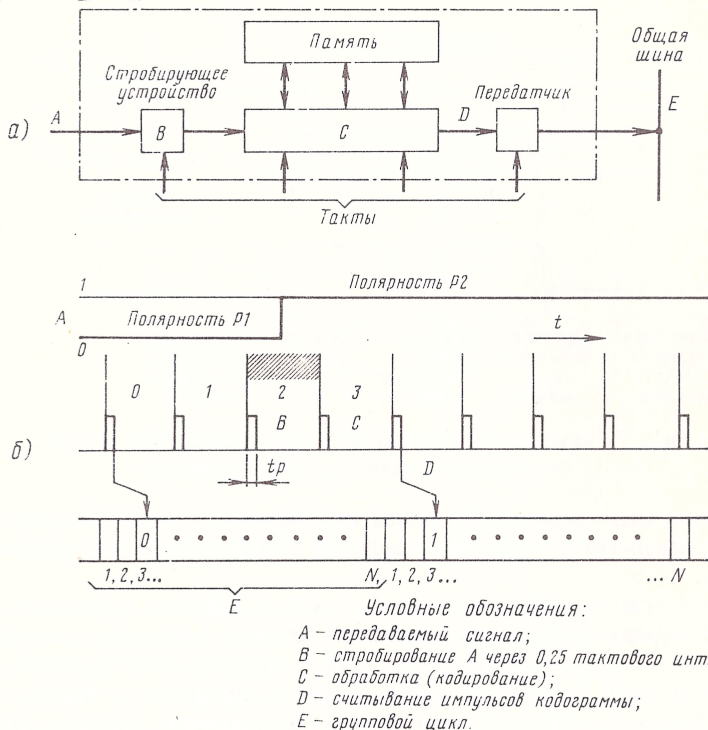


Рис. 8. Структурная схема передающей части кодонезависимого мультиплексора

Приходящий телеграфный сигнал A стробируется через интервалы B, равные четверти тактового интервала. Результат стробирования поступает в устройство обработки C, обычно именуемое кодером, и сравнивается с содержанием памяти. В памяти хранится значение, соответствующее принимаемой полярности телеграфного сигнала. Пока полярность сигнала не изменяется, не изменяется и содержимое памяти, а в конце каждого тактового интервала из кодера выдается импульс, имеющий ту же полярность, что и первый импульс кодограммы. Эти подтверждающие импульсы D поступают на общую шину мультиплексора E. (На рис. 8,б для примера показано подтверждение "0" по каналу 3.)

При изменении полярности входного сигнала в конце соответствующего тактового интервала устройством обработки формируется кодограмма из трех элементов: первый элемент указывает на полярность сигнала после перехода, а два последующих указывают зону, в которой имел

место переход (зона 2 на рис. 8,б). Новая кодограмма записывается в память. Одновременно первый бит кодограммы считывается из памяти (без ее разрушения) и передается в соответствующее место группового цикла. При последующих групповых циклах из памяти считываются и передаются следующие два бита кодограммы. Затем до появления нового перехода в каждом цикле передаются импульсы подтверждения.

На рис. 8,б видно, что общее время, затрачиваемое на обработку результатов стробирования в течение группового цикла, равное времени обработки результата одного стробирования t_p, умноженному на число стробов, обрабатываемых за цикл (всего четыре), значительно меньше длительности цикла. Поэтому для получения более экономичной системы с ВРК на практике обычно создают централизованное устройство обработки, единое для всех каналов системы.

В течение двух исследовательских периодов (1968 - 1976 гг.) исследовательской комиссией МККТТ по мультиплексорам систем ВРК разработаны рекомендации R101 и R111. Основные показатели мультиплексоров, соответствующие этим рекомендациям, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Рекомендация R101	Рекомендация R111	
		I часть	II часть
Групповая скорость, бит/с	2400	64 000	2400, 4800, 9600
Используемый канал связи	Канал ТЧ	Канальный интервал системы ИКМ или первичная группа 60 - 108 кГц	Канал ТЧ или цифровой тракт
Тип дискретного канала	Кодозависимый	Кодонезависимый	Кодонезависимый
Способ кодирования	Синхронно-стартстопное преобразование	Скользящий индекс с подтверждением (СИП)	Скользящий индекс с подтверждением (СИП)
Скорость передачи, Бод	50 Бод, код МТК-2, 7,5-контактное деление*	50, 100, 200 (300)	50, 100, 200 (300)
Число дискретных каналов в канале связи	46	240 x 50 Бод или 120 x 100 Бод или 60 x 200 Бод	32 канала 50 Бод при групповой скорости 9600 бит/с
Искажения в канале, %	3	5 (7,5)	5 (7,5)

* В другом варианте мультиплексора предусмотрена возможность работы потребителей со скоростями 75; 100; 110; 134,5; 150; 200 и 300 Бод при длинах кодовых комбинаций от 7,5 до 11 элементов

Как видно из таблицы, даже при работе по каналу ТЧ с групповой скоростью 2400 бит/с кодозависимые системы с ВРК обеспечивают значительно более эффективное использование канала ТЧ, чем системы с ЧРК.

Дополнительными преимуществами кодозависимых систем с ВРК является регенерация передаваемых телеграфных сигналов, а также несколько меньшая удельная стоимость одного канала аппаратуры.

Несмотря на то что рекомендации МККТТ, регламентирующие основные характеристики оборудования с временным уплотнением, разработаны совсем недавно, зарубежными фирмами уже выпущено значительное количество типов такой аппаратуры.

Одним из крупнейших производителей систем ВРК является фирма Databit (США) [26]. К началу 1977 г. этой фирмой продано аппаратуры с ВРК общей емкостью около 100 тыс. каналов. Новейшей разработкой фирмы является мультиплексор 922, представляющий собой дальнейшее развитие выпускавшегося ранее мультиплексора 920.

Мультиплексор 922 выполнен в соответствии с рекомендацией R101 и предназначен для использования в телеграфных сетях, сетях телекс и сетях передачи данных.

Кроме скорости передачи 50 Бод могут быть легко обеспечены и другие скорости передачи: 45,45; 56,9; 74,2; 110; 134; 150; 200 и 300 Бод, а также коды, отличные от кода № 2 и содержащие не более 12 элементов.

Изменение скорости в каналах осуществляется при помощи специального устройства преобразования скоростей. Системы ВРК, образованные с помощью мультиплексора 922, могут быть как однородными, так и смешанными, содержащими каналы на различные скорости.

Устройства стыка могут быть выполнены в различных вариантах и поэтому мультиплексор может служить также концентратором абонентских линий.

Для передачи группового сигнала по каналу ТЧ могут быть использованы модемы с различными скоростями передачи. Некоторые варианты подключения мультиплексоров к модемам показаны на рис. 9.

Телеграфные каналы, образованные мультиплексором 922, одновременно с передачей осуществляют регенерацию передаваемых сигналов. Допустимая величина искажений на входе телеграфных каналов составляет 45%. При любых искажениях входных сигналов, не превышающих 45%, искажения на выходе не превышают 3%.

Допустимое отклонение скорости передачи от номинального значения составляет 2%.

Конструктивно мультиплексор модели 922 выполнен в виде отдельной упаковки на 60 каналов с габаритами 356 х 483 х 560 мм. Масса упаковки 32 кг. К упаковке может дополнительно придаваться панель с гнездовым полем. Масса панели составляет 12 кг.

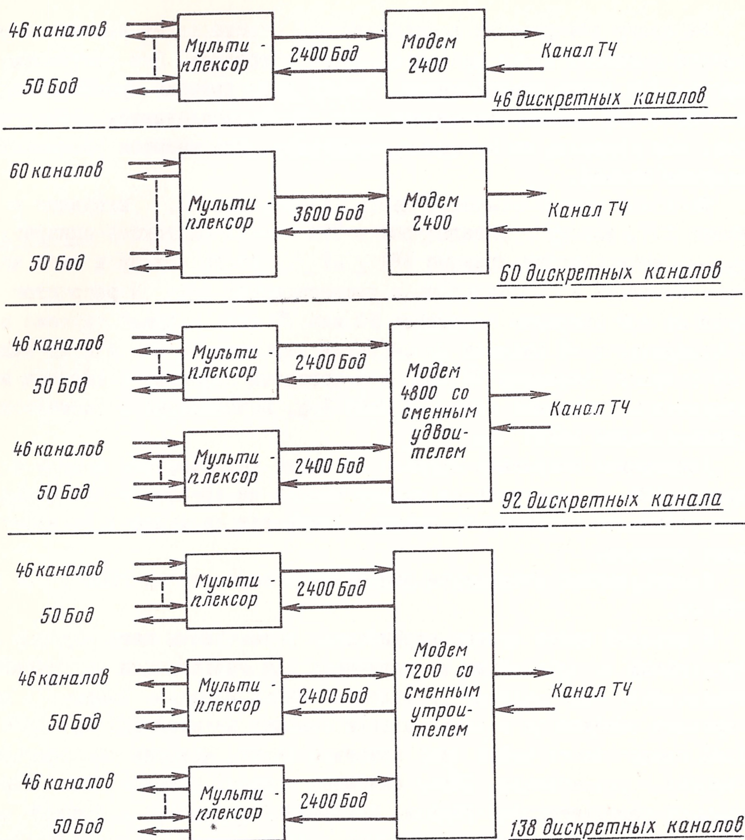


Рис. 9. Варианты использования мультиплексора модели 922

Имеется специальная стойка, на которой может быть смонтировано до шести мультиплексоров, измерительная панель и устройство преобразования скоростей. Габариты стойки 2750 x 572 x 508 мм.

Большое внимание фирмой Databit уделено повышению надежности оборудования, его ремонтопригодности и удобству эксплуатации. Одно из важных мероприятий по повышению надежности - сокращение числа элементов. Для 46-канального мультиплексора используется всего 550 микросхем, в то время как в аппаратуре большинства других фирм приходится на такую систему около 3 тыс. микросхем. Среднее время наработки на отказ составляет 15 тыс. часов. Для выявления скрытых дефектов изготовленная аппаратура проходит пятидневную приработку в климатических камерах.

Быстрому обнаружению неисправностей способствует наличие в аппаратуре большого числа диагностических устройств. Они составляют примерно 20% всего оборудования. Ремонт оборудования производится в основном путем замены отказавших плат. Восстанавливаются отказавшие платы, как правило, на заводе-изготовителе, где имеются специальные ремонтные стенды.

Шведская фирма Standart Radio and Telefon AB, входящая в концерн ITT, наряду с аппаратурой с ЧРК начала выпускать аппаратуру GH-125, использующую принцип ВРК [27]. Мультиплексор в этой аппаратуре построен в соответствии с рекомендацией R101 и рассчитан только на две скорости передачи: 50 или 75 Бод. В одной системе может содержаться 46 каналов на скорость передачи 50 Бод или 22 канала на скорость передачи 75 Бод. Для передачи группового сигнала используется стандартный модем на 2400 Бод, выполненный в соответствии с рекомендацией МККТТ V26.

Допустимые искажения сигнала на входе телеграфного канала составляют 40%, а искажения на выходе канала не превышают 3%. Длительность стопового элемента на выходе составляет не менее I,25 элементарной посылки.

Конструктивно аппаратура выполнена в виде стойки 2600 x 604 x x 225 мм.

В верхней части стойки вертикально установлены пять модемов с устройствами синхронизации и различными дополнительными логическими устройствами. Ниже модемов расположены блоки каналов. Каждые 23 блока каналов объединены в вертикальную колонну шириной I2I мм. Блок канала представляет собой одну печатную плату, которая располагается в колонне горизонтально. Плата снабжена лицевой панелью, на которой находятся разделительные гнезда. Вертикальные колонны с блоками каналов легко устанавливаются в каркас стойки. Всего на каркасе может быть размещено до I0 вертикальных колонн на общую емкость 230 каналов.

В центральной части стойки находится измерительное оборудование, а в нижней - блоки питания. Потребляемая мощность на систему из 46 каналов составляет от 70 до 300 Вт в зависимости от типа устройств стыка.

С I972 г. работы по системам с ВРК интенсивно ведутся и в ФРГ. Здесь эти работы тесно увязаны с созданием новой интегральной сети для телеграфии и ПД и внедрением на ней нового коммутационного оборудования [I5]. Предварительные расчеты показали, что несмотря на большие первоначальные капитальные затраты (более I млрд. марок до I980 г.) создание новой сети является более экономичным решением, чем постепенная модернизация существующей сети и приспособление к ней нового оборудования.

Единый подход к разработке каналообразующего и коммутационного оборудования и одновременное внедрение новых типов этого оборудования позволяет значительно упростить как одно, так и другое оборудование. Работы по созданию новой интегральной сети для телеграфии и ПД ведутся в ФРГ быстрыми темпами и к 1980 г. предполагается, в основном, закончить создание этой сети.

На сети будет использовано несколько фиксированных скоростей передачи. По значительной части каналов работа будет вестись кодом МТК-2 со скоростью передачи 50 Бод.

Основной каналообразующей аппаратурой для этих каналов будет аппаратура с ВРК типа ZD1000C фирмы Siemens, разработка и испытания которой закончены в 1975 г. [28].

Эта аппаратура рекомендациям МККТТ не соответствует, поскольку в ней для передачи группового сигнала по каналу ТЧ используется модем на 3000 Бод. В модеме применена четырехкратная фазовая модуляция.

Отступление от рекомендаций МККТТ вызвано стремлением увеличить число телеграфных каналов, образованных в одном канале ТЧ. ZD1000C позволяет организовать 56 кодозависимых телеграфных каналов в канале ТЧ, в то время как в соответствии с R101 их может быть только 46.

Примененный в аппаратуре способ стартстопного согласования по циклам позволяет передавать по каналам знаки сигнализации типа D, а также знаки сигнализации сети ПД, которая подобна сигнализации типа А.

Аппаратура ZD1000C выполнена в основном на интегральных микросхемах, изготовленных по МОП технологии. Применение таких микросхем позволило добиться высокой помехоустойчивости и малого потребления электроэнергии. Уменьшению потребления электроэнергии способствовало также применение низковольтных устройств стыка, рассчитанных на работу со схемами ТТЛ. Основные параметры устройств стыка следующие:

напряжение холостого хода - +5 В (двоичная "I")
и 0В (двоичный "0");
сопротивление источника - 100 Ом;
сопротивление нагрузки - 400 Ом.

Для получения других параметров стыка применяются дополнительные согласующие устройства.

Аппаратура конструктивно оформлена в виде упаковки 219 х 600 х х 193 мм на 56 каналов. На стойке высотой 2600 мм можно разместить 8 упаковок на общую емкость 448 каналов.

Каналообразующая аппаратура с ВРК разработана также во Франции. Условное название аппаратуры - TG30V [29]. Образцы TG30V испытаны на двух линиях, однако серийное производство аппаратуры пока не осуществляется. Рекомендациям МККТТ эта аппаратура не соответствует.

В системе TG30V для передачи группового сигнала по каналу ТЧ использован модем на 2400 бит/с. При этом обеспечивается организация 30 каналов для работы кодом МТК-2 со скоростью 50 Бод.

Может применяться также модем на 4800 бит/с. Число телеграфных каналов в системе при этом удваивается.

Уплотнение в системе TG30V осуществляется не по элементам, а по знакам. В передающем устройстве из знака удаляется стоповый элемент и передача знака осуществляется шестью элементами. На передачу этих шести элементов при групповой скорости 2400 бит/с затрачивается 2,5 мс. В цикле передачи кроме 30-канальных шестиэлементных групп содержатся еще две шестиэлементные группы, используемые для синхронизации. Общее время передачи цикла из 32 шестиэлементных групп составляет 80 мс. Группы синхронизации в цикле занимают I-е и I7-е места.

На приеме восстанавливается 7,5-элементная структура знака, причем стоповый элемент имеет длительность не 30, а 25 мс. Таким образом, общая длительность стартстопного цикла на приеме составляет I45 мс. Так как длительность цикла передачи значительно меньше длительности стартстопного цикла, появляется возможность для организации обмена различными служебными сигналами между двумя противоположными станциями и эффективного контроля работоспособности каналов. Например, имеется возможность организовать проверку шлейфом любого из работающих каналов.

Система TG30V, по сравнению с системой TG70, помимо более эффективного использования канала ТЧ, позволяет также получить и более низкую стоимость оборудования на один дискретный канал.

Особенно перспективным применение TG30V может быть в том случае, если на сети появится коммутационная аппаратура с коммутацией знаков. При этом на приеме можно будет обойтись без разуплотнения принимаемого группового сигнала и, таким образом, существенно упростить приемную часть аппаратуры.

Многие фирмы, особенно в США и Англии, производят мультиплексоры, предназначенные для образования в едином цифровом тракте асинхронных и синхронных каналов [7].

Помимо описанных выше систем ВРК с кодозависимыми мультиплексорами многие зарубежные фирмы производят системы с кодонезависимыми мультиплексорами. Однако эти мультиплексоры для работы по каналам ТЧ на магистральных связях не применяются, а используются в основном для уплотнения цифровых каналов и трактов систем ИКМ на городских связях.

2.3. Каналообразующая аппаратура с частотно-временным разделением каналов

В Японии создана высокоэффективная система передачи дискретной информации по каналам ТЧ, носящая название Digiplex. Эта система в одном канале ТЧ позволяет организовать 208 50-бодных каналов. Может быть образована также смешанная система, содержащая стартстопные каналы на скорости передачи 50, 75, I00 или 200 Бод и синхронные каналы со скоростями I200, 2400 и 4800 Бод. По каналам Digiplex обеспечивается передача управляющих сигналов сети телекс.

Аппаратура Digiplex обладает сравнительно низкой стоимостью, небольшими габаритами и высокой надежностью, что достигается широким использованием интегральных микросхем.

Высокая эффективность использования канала ТЧ в системе Digiplex обеспечивается за счет использования частотно-временного уплотнения в совокупности с фазовой и амплитудной модуляцией. Передача информации осуществляется на 26 несущих частотах, расположенных через 86 Гц. Нижняя частота равна 484 Гц, верхняя - 2684 Гц. На частоте 2948 Гц передается пилот-сигнал. По каждой несущей осуществляется восьмикратная фазовая модуляция и двукратная амплитудная модуляция. Скорость модуляции при передаче низкоскоростных сигналов равна 82 · 2/7 Бод. Сигнал с такой скоростью получается путем временного уплотнения двух 50-бодных стартстопных телеграфных сигналов. На каждой частоте может быть передано одновременно 4 бит, и, следовательно, суммарная скорость передачи информации равна $82\frac{2}{7} \times 26 \times 4 = 8557$ бит/с.

Система состоит из двух основных блоков, один из которых осуществляет временное уплотнение, а второй является модемом, включающим в себя кроме традиционных модуляторов и демодуляторов схемы автоподстройки частоты и автоподстройки усиления.

В блоке временного уплотнения происходит раздельное уплотнение низкоскоростных телеграфных сигналов (асинхронное уплотнение) и среднескоростных сигналов данных (синхронное уплотнение). В схеме асинхронного уплотнения реализуется цикловое фазирование и преобразование кодов при передаче кодовых комбинаций в стартстопном режиме. 7,5-элементный сигнал,передаваемый в МТК-2,преобразуется в 6-элементный изохронный сигнал в международном коде № 4 и после фазирования по циклу вводится в канал передачи со скоростью $82\frac{2}{7}$ Бод. На рис. I0 показан процесс формирования группового сигнала путем временного уплотнения двух стартстопных сигналов, передаваемых со скоростью 50 Бод. Блок синхронного уплотнения передает синхронные сигналы путем использования комбинаций каналов передачи со скоростью $82\frac{2}{7}$ Бод. Так, например, канал ПД со скоростью I200 Бод формируется из I7 каналов указанной выше скорости.

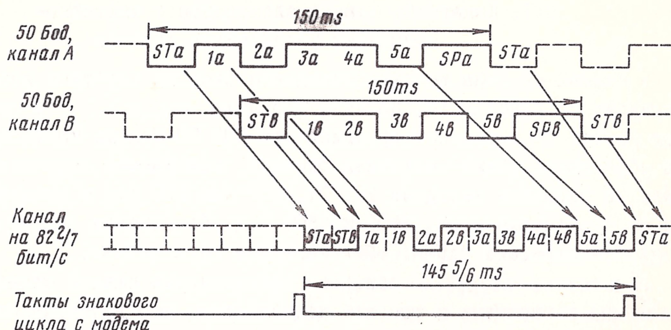


Рис. 10. Принцип объединения стартстопных сигналов в аппаратуре Digiplex, Япония

С выхода блока уплотнения (в передатчике) сигнал подается на вход модулятора через адаптер, объединяющий асинхронный и синхронный выходы.

В модуляторе осуществляется генерация несущих колебаний и пилот-сигнала и производится модуляция несущих. Восьмифазный, двухуровневый сигнал с временным уплотнением подается на цифроаналоговый преобразователь, пропускается через фильтр нижних частот и передается в канал. Пилот-сигнал пропускается через полосовой фильтр.

В демодуляторе осуществляется перемножение приходящего сигнала с двумя ортогональными несущими, генерируемыми в модуляторе, что позволяет произвести разделение несущих колебаний без применения полосовых фильтров. Пилот-сигнал выделяется и используется для целей синхронизации по элементам и циклового фазирования (по кодовым комбинациям).

Испытания, проведенные по каналу ТЧ тихоокеанского кабеля и по каналу, образованному с помощью искусственного спутника Земли, показали, что вероятность ошибки в каналах, образованных системой Digiplex, не хуже $3{,}1 \cdot 10^{-5}$ для низкоскоростных каналов и не хуже $3{,}0 \cdot 10^{-6}$ для среднескоростных каналов.

3. КАНАЛООБРАЗУЮЩАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ТЕЛЕГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СССР

3.1. Каналообразующая аппаратура с частотным разделением каналов

В настоящее время для магистральных связей в нашей стране выпускается аппаратура ТТ-48 ("Десна") [3], а для зоновых - аппара-

тура ТТ-12 ("Днепр") [4]. И та и другая аппаратура соответствует рекомендациям МККТТ.

Аппаратура ТТ-48 разработана в 1971 г., а серийно выпускается с 1972 г. ТТ-48 построена по индивидуальному принципу без применения каких-либо преобразований частоты. ЧМГ, ЧД и ПФ блоков каналов выполнены с применением LC-элементов. Особенностью аппаратуры является наличие в ней устройств дистанционной регулировки преобладаний, выполненных на основе магнитных оперативных запоминающих устройств. Эти устройства позволяют устранять преобладания в каналах ТТ непосредственно с рабочего места сменного инженера цеха телеграфных каналов - пульта контроля и измерений.

Конструктивно ТТ-48 выполнена в виде стойки на 48 каналов и имеет габариты 2600 x 650 x 250 мм. Потребляемая мощность на 1 канал в ТТ-48 составляет 8,3 В·А.

Малоканальная аппаратура ТТ-12 разработана в 1973 г., а серийно выпускается с 1975 г. ТТ-12 построена с применением группообразования. В качестве исходной взята верхняя группа каналов, занимающая спектр 1,8 ÷ 3,3 кГц. Применение такого группообразования позволило использовать в ПФ каналов катушки индуктивности и конденсаторы небольших габаритов.

В аппаратуре ТТ-12 применена кварцевая стабилизация ЧМГ и ЧД. Для формирования стабилизирующих частот в аппаратуре имеется генератор сетки частот (ГСЧ), работающий от одного кварцевого генератора.

ЧМГ каждого канала представляет собой совокупность частотного манипулятора и делителя частоты на 128. Частотный манипулятор управляется приходящим телеграфным сигналом.

При стоповой полярности этого сигнала манипулятор пропускает на вход делителя частоты импульсную последовательность, имеющую частоту, в 128 раз превышающую нижнюю характеристическую частоту данного канала. При стартовой полярности к этой импульсной последовательности добавляется импульсная последовательность с частотой, в 128 раз превышающей разность характеристических частот. Импульсы в обеих последовательностях появляются в несовпадающие моменты времени.

Поскольку делимые импульсные последовательности формируются в ГСЧ от одного кварцевого генератора, то разность характеристических частот на выходе системы от номинального значения вообще не отклоняется, а средние частоты каналов могут отклоняться от номинала не более чем на 0,2 Гц.

ЧД в ТТ-12 выполнен на элементах дискретной техники. Для работы ЧД каждого канала используется своя стабилизирующая частота, причем для некоторых каналов эти частоты совпадают, так что общее число необходимых стабилизирующих частот для любой смешанной системы не превышает 13.

Отклонения средней частоты детекторной характеристики ЧД от номинального значения не превышают 0,2 Гц.

Для устранения влияния сдвига частоты в канале ТЧ на преобладания в каналах ТТ в аппаратуре применено устройство АКП, работающее на контрольной частоте 3300 Гц. Контрольная частота формируется в ГСЧ. Приемная часть АКП подобна приемной части блока канала за исключением того, что в АКП пороговое устройство и выходное электронное реле отсутствуют. С выхода ЧД АКП компенсирующее напряжение для устранения преобладаний подается на пороговые устройства всех блоков каналов.

В аппаратуре широко применяются цифровые интегральные микросхемы серии 2I7 и аналоговые микросхемы серии I40.

Конструктивно аппаратура выполнена в виде комплекта на I2 каналов, имеющего габариты 382 х 600 х 225 мм. Масса комплекта 39 кг. Потребляемая мощность на I канал составляет 9,5 В·А. Питание аппаратуры осуществляется от сети 220 В. В качестве резерва подключается батарея -24 В. Переключение на резерв - автоматическое.

Заводом-изготовителем выпускается статив, на котором может быть размещено до шести комплектов аппаратуры ТТ-I2.

Предусмотрена возможность спаренного включения двух комплектов ТТ-I2 для работы по одному каналу ТЧ, что дает возможность организовать в этом канале до 24 каналов ТТ. Благодаря этому ТТ-I2 может использоваться и на магистральных связях.

Высокая стабильность основных параметров в аппаратуре ТТ-I2 и наличие в ней АКП позволяет значительно сократить затраты труда на обслуживание образованных ею каналов ТТ.

Для улучшения массо-габаритных показателей аппаратуры и для уменьшения потребления электроэнергии и улучшения тепловых режимов в блоках предполагается примерно к I98I г. провести ее модернизацию. При этом будет изменена элементная база и максимально использован опыт разработки новой аппаратуры для магистральных связей "Днепр-С" [5], окончание разработки которой предусмотрено на I979 г.

Разработка аппаратуры "Днепр-С" проводится СКБ "Фотон" (г. Львов) совместно с Киевским отделением ЦНИИС. В этой аппаратуре предусмотрена кварцевая стабилизация основных параметров, а ЧМГ и ЧД аналогичны этим же узлам аппаратуры ТТ-I2.

ПФ каналов будут выполнены в виде параметрических активных RC-фильтров с кварцевой стабилизацией. Одновременно с фильтрацией эти фильтры осуществляют и преобразование частоты.

Аппаратура "Днепр-С" построена с применением индивидуального и группового преобразования. В качестве исходного канала используется канал со средней частотой 2,7 кГц. При помощи индивидуальных несущих образуются две исходные группы, занимающие полосу 3,6 - 5,4 кГц.

Одна из исходных групп переносится в нижнюю часть спектра канала ТЧ (0,36 - I,8 кГц) с помощью групповой несущей 5,4 кГц, а другая - в верхнюю часть этого спектра (I,8 - 3,24 кГц) с помощью групповой несущей 6,84 кГц. Все каналы аппаратуры совершенно идентичны. Изменение скорости работы в канале и его расположения в спектре канала ТЧ осуществляется при помощи перепаиваемых перемычек.

Кроме каналов со скоростью передачи до 50, I00 и 200 Бод предусмотрена организация каналов со скоростью передачи до I200 Бод. Благодаря этому можно будет создавать смешанные системы не только с каналами 50, I00 и 200 Бод, но и системы, содержащие один канал на I200 Бод и два канала на 200 Бод или шесть каналов на 50 Бод.

Аппаратура будет содержать АКП, аналогичный АКП аппаратуры ТТ-I2.

Контрольная частота, все стабилизирующие и несущие частоты формируются в ГСЧ от одного кварцевого генератора.

Основные узлы аппаратуры будут выполнены на цифровых микросхемах серии I64 и аналоговых микросхемах серии I53. За счет применения более совершенной элементной базы и экономичных режимов работы основных узлов удельная потребляемая мощность на I канал в "Днепр-С" по сравнению с ТТ-I2 уменьшится почти в 4 раза и составит примерно 2,5 В·А на канал.

Конструктивно аппаратура "Днепр-С" будет выполнена в виде стойки 2600 х 600 х 225 мм, на которой будет размещаться оборудование I44 каналов.

Стойка разбита на три независимые 48-канальные секции. Коммутационные поля секций с разделительными гнездами телеграфных цепей будут расположены в зонах, удобных для обслуживания.

Питание аппаратуры осуществляется от сети 220 В и от батареи -60 В. При этом один из источников является резервным. При пропадании основного источника переключение на резерв производится автоматически.

Малая величина преобладаний в каналах ТТ, образованных аппаратурой "Днепр-С", а также несколько меньшая по сравнению с существующими нормами величина собственных искажений аппаратуры создаст предпосылки для снижения уровня передачи на выходе систем ТТ. Большое внимание в новой аппаратуре будет уделено удобству обслуживания и контроля. В частности, в аппаратуре предусматриваются устройства контроля ухода частоты и устройства контроля соотношения сигнал/шум в канале ТЧ.

3.2. Каналообразующая аппаратура с временным разделением каналов

В условиях нашей страны, где на многих направлениях линии связи имеют большую протяженность, а каналы ТЧ большую стоимость, задача повышения эффективности использования каналов ТЧ является особенно актуальной.

Значительное повышение эффективности может быть достигнуто за счет применения аппаратуры ВРК с кодозависимыми каналами.

Однако особенности телеграфной сети в СССР, связанные, в первую очередь, с наличием большого количества арендаторов, использующих для работы различные коды и скорости передачи, не позволяют ограничиться в каждом направлении пучками только кодозависимых каналов.

Чтобы обеспечить достаточно эффективное использование каналов ТЧ и в то же время иметь возможность организовать в любом направлении как кодозависимые, так и кодонезависимые дискретные каналы, ЦНИИС и его Киевское отделение разработали дуплексную универсальную мультиплексную каналообразующую аппаратуру ДУМКА [6]. В настоящее время ведется подготовка серийного производства аппаратуры.

ДУМКА предназначена для вторичного уплотнения стандартных четырехпроводных каналов ТЧ кабельных линий связи при длине линии до 6000 км и числе переприемных участков не более 8. В одном канале ТЧ аппаратура обеспечивает организацию:

23 кодонезависимых канала со скоростью передачи до 50 Бод;

4 кодонезависимых канала со скоростью передачи до 200 Бод;

45 кодозависимых каналов для передачи стартстопных сигналов с кодом МТК-2 и 7,5-контактным делением при скорости 50 Бод.

Путем объединения двух или четырех кодонезависимых каналов со скоростью 50 Бод могут быть организованы соответственно кодонезависимые каналы со скоростями до 100 и 200 Бод, а трех кодозависимых каналов - один кодонезависимый канал со скоростью передачи до 50 Бод.

Величина изохронных искажений в кодонезависимых каналах не превышает 9%, она является одновременно как настроечной, так и эксплуатационной нормой и не зависит от изменения температуры, питания и старения элементов. Аппаратура обеспечивает передачу по кодонезависимым каналам двоичных сигналов при превышении номинальной скорости источника сигнала не более 1,6%; допустимая величина индивидуальных искажений на входе - не более 40%.

Степень стартстопных искажений на выходе кодозависимых каналов не более 3%, эффективная исправляющая способность телеграфных сигналов на передаче при номинальной скорости - не менее 40%. Кодозависимые каналы обеспечивают нормальную работу при отклонении скорости

модуляции входных телеграфных сигналов от номинальной на величину до ±2% и при длине стоповой посылки не менее I,4 элементарной посылки.

Длительность стопового элемента на выходе аппаратуры составляет не менее I,25 элементарной посылки.

Кодозависимые каналы осуществляют передачу сигналов взаимодействия станций коммутации с сигнализацией типа А и В в соответствии с рекомендациями V1 и V2 МККТТ. Обеспечена возможность работы в режиме смешанной сигнализации типа В с набором основного номера телеграфным кодом и донабором дополнительного номера декадным кодом по соответствующему сигналу приглашения к донабору.

Аппаратура ДУМКА функционально представляет собой совокупность трех устройств: мультиплексора, устройства защиты от ошибок (УЗО) и УПС или модема.

В состав мультиплексора входят как взаимосвязанные части мультиплексор кодонезависимых каналов и мультиплексор универсальных каналов (МУК).

В передающей части кодонезависимого мультиплексора двоичные сигналы от различных источников путем кодирования переходов в двоичном сигнале по методу СИП преобразуются в индивидуальные дискретные последовательности, которые затем объединяются в групповой дискретный сигнал. В отличие от зарубежных мультиплексоров, где для передачи одной элементарной посылки применяется пять элементов кодирования, в ДУМКЕ использовано только три элемента. Это позволило на 40% увеличить число дискретных каналов в канале ТЧ при той же групповой скорости. Чтобы обеспечить передачу укороченных посылок, в мультиплексоре осуществляется задержка близко расположенных переходов.

Групповой цикл мультиплексора состоит из 252 бит, из которых 240 бит являются информационными, а I2 бит используются для циклового фазирования.

Для передачи сигналов МУК используется скорость 2400 бит/с, что составляет четвертую часть пропускной способности группового дискретного канала. Выбор для МУК групповой скорости в 2400 Бод позволил выполнить его с параметрами, соответствующими рекомендации R101 МККТТ. В МУК обеспечена также возможность организации и кодонезависимых каналов методом СИП.

Для обработки сигналов в МУК, также как и в мультиплексоре кодонезависимых каналов, использован групповой метод.

Выходные сигналы кодонезависимого и кодозависимого мультиплексоров объединяются в общий групповой сигнал 9600 Бод, поступающий на вход передающей части УЗО, который обеспечивает исправле-

ние одиночного пакета ошибок длиной до 7 бит, расположенного в пределах кодового блока длиной 252 бит.

В УЗО применен укороченный цикличный код Файра. Для передачи проверочной комбинации в цикле используется 20 бит. Аппаратура может работать как в режиме с УЗО, так и без него. Групповой сигнал 9600 Бод передается по каналу ТЧ с помощью модема УПС-9,6. В УПС-9,6 применена двухуровневая амплитудная и однократная относительная фазовая модуляция с частично подавленной одной боковой полосой. Этот метод модуляции обладает предельно высокой помехоустойчивостью. В приемнике модема применена двухступенчатая система коррекции межсимвольных искажений, содержащая предварительный фазовый корректор и точный адаптивный корректор межсимвольных искажений.

Уровень средней мощности сигнала на выходе УПС-9,6 не превышает -I3,04 дБ (50 мкВт). Таким образом, внедрение аппаратуры ДУМКА будет способствовать и решению такой важной проблемы, как обеспечение нормальной загрузки систем ВЧ передачи.

Аппаратура ДУМКА выполнена с широким применением цифровых микросхем серии I55 и аналоговых микросхем серии I40 и I53.

Конструктивно аппаратура ДУМКА представляет собой стойку 2600 x x 600 x 225 мм на 72 канала.

Питание аппаратуры осуществляется от сети 220 В и батареи -60 В. При этом один из источников является основным, а другой резервным. Переключение на резерв при пропадании основного источника осуществляется автоматически. Потребляемая мощность составляет примерно 500 В·А.

4. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КАНАЛООБРАЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СССР И В ВЕДУЩИХ КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ

Из материала предыдущих глав видно, что как за рубежом, так и в нашей стране в настоящее время развивается аппаратура и с ЧРК, и с ВРК.

В новейших системах с ЧРК применяется кварцевая стабилизация основных параметров, что позволяет создавать малообслуживаемую аппаратуру. Разработка отечественной аппаратуры ТТ с кварцевой стабилизацией началась до появления в зарубежной литературе каких-либо сведений о возможности создания такой аппаратуры и была закончена раньше, чем аналогичные разработки большинства ведущих зарубежных фирм. В аппаратуре ТТ-I2, которая является первой отечественной аппаратурой ТТ с кварцевой стабилизацией, применено много оригинальных решений и по некоторым показателям она превосходит зарубежные системы. Среди этих показателей прежде всего следует отметить меньший суммар-

ный уход частоты в узлах аппаратуры. Этими же преимуществами будет обладать и разрабатываемая аппаратура "Днепр-С". Дополнительными преимуществами этой аппаратуры будет высокая стабильность характеристик ПФ и наличие устройств контроля соотношения сигнал/шум.

Разработка каналообразующей аппаратуры с ВРК для магистральных связей в СССР начата несколько позже, чем за рубежом. Однако в период, предшествующий разработке этой аппаратуры, проводились исследования по основным принципиальным вопросам создания такой аппаратуры с учетом особенностей структуры телеграфной сети нашей страны и перспектив ее развития. В результате этих исследований был создан высокоскоростной модем (УПС-9,6) для работы по каналам ТЧ а также разработан эффективный метод кодирования для передачи анизохронных сигналов (метод СИП), получивший международное признание.

На базе этих исследований и велась разработка аппаратуры ДУМКА. Эта аппаратура обладает более широкими возможностями, чем любая из зарубежных аппаратур, поскольку позволяет в одном канале ТЧ создавать как кодонезависимые, так и кодозависимые дискретные каналы.

Таким образом, основные принципиальные решения, примененные в нашей стране при совершенствовании каналообразующей аппаратуры с ЧРК и создании аппаратуры с ВРК, соответствуют лучшим достижениям передовых зарубежных фирм, а в некоторых отношениях даже превосходят их.

Отечественная каналообразующая аппаратура обладает по сравнению с зарубежной более высокими качественными показателями в части механической прочности, создаваемых аппаратурой радиопомех и удобств эксплуатации (централизованное коммутационное поле, выдвижная столешница и т.д.). Применяемое в отечественной аппаратуре автоматическое резервирование электропитания способствует повышению надежности образованных аппаратурой каналов. Однако введение резервирования питания, а также мероприятия по повышению механической прочности, уменьшению радиопомех и улучшению удобств эксплуатации снижают массогабаритные показатели аппаратуры. Несмотря на это, разрабатываемая отечественная каналообразующая аппаратура отличается от лучших зарубежных образцов по массо-габаритным показателям незначительно (I,2 - I,7 раза), в то время как в предыдущее десятилетие отличие было весьма существенным (4 - 7 раз).

Среди несомненных достоинств многих типов зарубежной каналообразующей аппаратуры следует отметить оснащение ее разнообразными измерительными приборами. Применить измерительные приборы на отечественной аппаратуре не удается из-за сложности обеспечения метрологической проверки при производстве и эксплуатации аппаратуры. Поэтому на нашей аппаратуре применяются только простейшие контрольные приборы.

Другой положительной особенностью многих типов зарубежной аппаратуры является возможность применения в ней различных взаимозаменяемых устройств стыка. Это позволяет производить подключение к каналообразующей аппаратуре различных источников и потребителей информации без дополнительных согласующих устройств.

5. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

I. Развитие импульсно-кодовых и других цифровых систем связи, успехи в развитии цифровых интегральных микросхем и достижения в разработке высокоэффективных модемов для работы по каналам ТЧ и широкополосных трактов определили на современном этапе направленность в развитии методов разделения каналов, а именно, у нас в стране и за рубежом начинают бурно развиваться системы временного разделения каналов. В то же время продолжается совершенствование каналообразующей аппаратуры с частотным разделением каналов. Интенсивная разработка во многих странах аппаратуры с частотным разделением каналов свидетельствует о том, что некоторое время оба метода уплотнения будут развиваться параллельно.

2. Разрабатываемая в нашей стране каналообразующая аппаратура для телеграфии и передачи данных по основным качественным показателям соответствует лучшим зарубежным образцам и учитывает особенности отечественной сети для телеграфии и передачи данных.

3. Выбор того или иного типа каналообразующей аппаратуры при проектировании развития сети в каждом конкретном случае должен осуществляться на основе технико-экономического анализа.

4. С целью дальнейшего улучшения технико-экономических показателей каналообразующей аппаратуры необходимо продолжить исследования по более широкому применению в аппаратуре цифровых и групповых методов обработки сигналов и рациональному использованию новейших достижений микроэлектроники. Многие качественные показатели аппаратуры могут быть улучшены за счет применения в узлах аппаратуры больших интегральных схем.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Короп Б.В., Ярославский Л.И. Состояние и перспективы развития тонального телеграфирования. - "Электросвязь", 1973, № 4, с. 7I - - 78.

2. Броннер Б.В. Основные направления научно-технического прогресса телеграфной связи. М., "Связь", 1975.

3. Глянцев Б. А. и др. Магистральная аппаратура тонального телеграфирования ТТ-48. - "Электросвязь", 1972, № 8, с. I - 6.

4. Вакуленко Н.И. и др. Зоновая аппаратура тонального телеграфирования ТТ-I2. - "Электросвязь", 1975, № 6, с. I3 - I9.

5. Разработка аппаратуры тонального телеграфирования с каналами на скорости 50, I00, 200 и I200 Бод и стабилизированными параметрами ("Днепр-С"). - "Эскизно-технический проект. Киевское отделение ЦНИИС. Киев, I977.

6. Дуплексная универсальная мультиплексная каналообразующая аппаратура ДУМКА. Техническое описание. Киевское отделение ЦНИИС. Киев, I977.

7. Радиоэлектроника в I974 г. Обзор по материалам иностранной печати. II. Системы и средства связи. Системы и средства передачи данных. М., I975.

8. Documents PTT France. Les PTT en 1975. - "Revue des PTT de France", 1977, p. 32, N 1, p. 67 - 80.

9. Helmrich H., Rupp K. Bürofernschreiben-eine Kommunikationsform der Zukunft. - "NTZ", 1976, N 3, S. 218 - 221.

10. Tanaka R. The maritame mobile service: it's functions and constitution. - "Telecommunication Journal", 1977, v. 44, N 5, p. 239 - 242.

11. Kaiser W. Zukünftige telekommunikation in der Bundesrepublik Deutschland Ergebnisse der KtK - Beratungen. - "NTZ", 1976, N 3, S. 190 - 210.

12. National Data Network for Federal Republic of Germany. - "Telecommunication Journal", 1977, v. 44, N 5, p. 229.

13. Spraft C.G. A review of data transmission in the United Kingdom. - "The post office Electrical Engineers Journal", 1976, v. 69, p. 1, april.

14. Winogradow W. Automatyczne sieci telegrafiezne oraz przewidywane ich powiązanie z sieciami danych. - "Problemy łączności", 1976, N 145, S. 1 - 63.

15. Dauth N. Das integrierte Fernschreib- und Datennetz der Deutschen Bundespost. - "ZPF", 1977, N 1, S. 24 - 29.

16. WT1000. - "Telecommunication Journal", 1974, v. 41, N 7.

17. Аппаратура тонального телеграфирования типа TgFM. Проспект предприятия Telcom-Teletra.

18. ITT VF Telegraph System GH-122. Handbook. Standard Radio & Telefon AB.

19. Guerin E. e. a. Equipement de telegraphie harmonique, type 70. - "Cables et Transmission", 1971, N 4, p. 631 - 644.

20. Telegraph systems TG-48. Проспект фирмы Telettra.

21. Bouwman H., Papeschi R. A new VF telegraph and data carrier system. - "Philips Telecommunication Review", 1975, v. 33, N 2, p. 86 - 96.

22. Mann E., Muschik A. Wechselstromtelegrafie System WT1000D, ein neues Fernschreib- und Datenübertragungs System. - "Siemens-Zeitschrift", 1977, Bd. 51, S. 512 - 517.

23. VF Telegraph System GH-121. Handbook. Standard Radio & Telefon AB.

24. Ameau A. e. a. Systeme de telegraphie harmonique a modulation de frequence par traitement numerique. - "Cables et transmission", 1976, N 3, p. 343 - 351.

25. Bergmann G. R. Time division multiplex systems and their interworking with modern telex and data exchanges in digital networks. - "Monitor", 1976, v. 37, N 5.

26. Databit, incorporated. The company and its products. Проспект фирмы

27. TDM. Time Division Multiplex System GH-125. Проспект фирмы Standard Radio and Telefon AB, a Swedish company of ITT.

28. Aulhorn H. u.a. ZD1000C eine Einrichtung zur Übertragung von Fernschreibzeichen im Zeitvielfach. - "Elektrisches Nachrichtenwesen", 1975, Bd. 50, N 3, S. 177 - 182.

29. Gauthier J.M. e. a. Systeme de telegraphie par multiplexage a repartition temporelle et codage des caracteres. -"Cables et Transmission", 1976, N 3, p. 352 - 363.

30. Новая система передачи данных и телеграфных сообщений Digiplex. - Экспресс-информация. Передача информации, 1977, № 10, с. 26 - 29. (ВИНИТИ).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Материал поступил в ЦНТИ "Информсвязь"
18.07.78 г.
Подготовлен О.С. Загудаевой

Индекс
06612

Научный редактор Б.А. Воронов
Отв. за выпуск О.С. Загудаева
Редактор Е.Н. Орлова Техн. редактор А.В. Машкарина
Корректор Т.П. Бердочникова

Т-18627 Сдано в набор 15/IX-78 г. Подписано в печать 9/X-78 г.
Форм. бум. 60x90/16 2,75 печ.л. 2,7 уч.-изд.л.
Тираж 3840 экз. Заказ № 757/78 Цена 24 к.

Отпечатано на ротапринте в ЦНИИС
111141, Москва, 1-й проезд Перова поля, 8

Цена 24 к.

Индекс
06612